

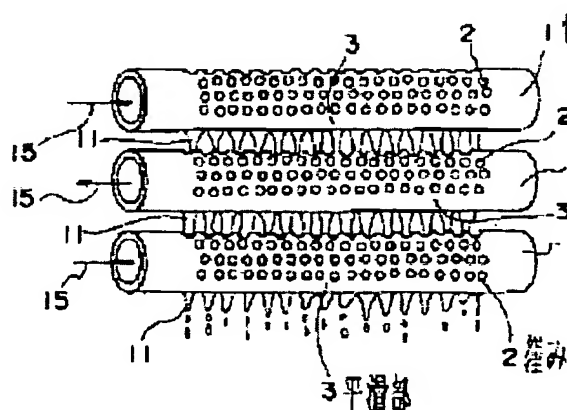
# HEAT TRANSFER PIPE AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

**Patent number:** JP9217994  
**Publication date:** 1997-08-19  
**Inventor:** KUSHIMA HIROSHI; OUCHI TOMIHISA; AIZAWA MICHIIKO; MIYAKE SATOSHI; SUZUKI TAKESHI; TAKAHASHI MASAMI; SAITO YOSHIJI  
**Applicant:** HITACHI LTD;; MITSUBISHI SHINDOH CO LTD  
**Classification:**  
 - international: F28F1/06; F25B37/00  
 - european:  
**Application number:** JP19960048335 19960209  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP9217994

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a heat transfer pipe having a high heat transfer efficiency, a high corrosion resistance and a high workability.

**SOLUTION:** A plurality of indentations 2 are formed by a plastic deformation working on the outer surface of a portion of a heat transfer pipe 1 where an absorbent passes through. A smooth surface 3 where no indentation is formed is provided on a bottom surface of the pipe wall and such a smooth surface 3 extends in an axial direction of the pipe 1. Due to such a construction, even when a foreign material is deposited on the smooth portion 3 at the time of stopping the flow of a coolant 15 as an inner fluid in the pipe 1, once the flow of the coolant 15 is started again, the foreign material is entrained in the flow of the coolant 15 and is smoothly discharged, whereby the adhesion of the foreign material to the pipe 1 is reduced or prevented thus enhancing the corrosion resistance of the pipe 1.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-217994

(43) 公開日 平成9年(1997)8月19日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 2 8 F 1/06

F 2 8 F 1/06

F 2 5 B 37/00

F 2 5 B 37/00

審査請求 未請求 請求項の数18 FD (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-48335

(22) 出願日 平成8年(1996)2月9日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000176822

三菱伸銅株式会社

東京都中央区銀座1丁目6番2号

(72) 発明者 久島 大資

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 大内 富久

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(74) 代理人 弁理士 鷗沼 辰之

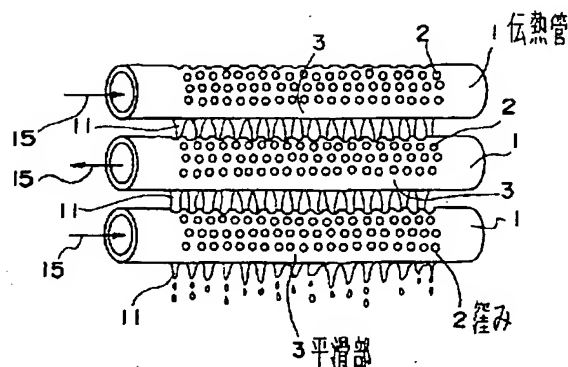
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伝熱管及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 熱伝達性能及び耐食性が高く、かつ加工が容易な伝熱管を提供する。

【解決手段】 吸収液10が流下される部位の伝熱管1の外面に、塑性変形加工によって複数の窪み2が形成され、かつ管壁の下面に窪み2が形成されていない平滑部3が管の軸方向に延在されたものとする事により、内部流体である冷却材15の流通を停止した時に異物が平滑部3に沈着しても、冷却材15を流通させることによりその流れに乗って異物が排出される結果、異物の付着を抑制又は防止して耐食性を高めることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 管壁外面に塑性変形加工によって形成された複数の凹部を有してなる伝熱管において、管壁の周面の一部に前記凹部が形成されていない平滑部を有し、該平滑部が管の軸方向に延在されてなることを特徴とする伝熱管。

【請求項2】 管壁外面に塑性変形加工によって形成された複数の凹部を有し、水平にかつ間隔をあけて多段に配設される伝熱管において、管壁の下面の一部に前記凹部が形成されていない平滑部を有し、該平滑部が管の軸方向に延在されてなることを特徴とする伝熱管。

【請求項3】 前記平滑部に、電縫溶接の溶接線が形管の軸方向に延在されてなることを特徴とする請求項1又は2に記載の伝熱管。

【請求項4】 前記溶接線が、高周波溶接により形成されたものであることを特徴とする請求項3に記載の伝熱管。

【請求項5】 前記平滑部の周方向の幅が、2mm以上であり、かつ円周角に対して $120^\circ$ 以内の範囲であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の伝熱管。

【請求項6】 前記凹部は窪み又は溝であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の伝熱管。

【請求項7】 前記窪み又は溝が、管軸方向と周方向に一定の規則性を持って連続的に配置されてなることを特徴とする請求項6に記載の伝熱管。

【請求項8】 前記窪みの大きさに、大小の相違を持たせたことを特徴とする請求項6又は7に記載の伝熱管。

【請求項9】 前記窪みの凹面部に、該窪みよりも小さな窪み又は突起を形成したことを特徴とする請求項6乃至8のいずれかに記載の伝熱管。

【請求項10】 前記平滑部を除く管壁外面の表面粗さが $0.08\mu\text{m}$ 乃至 $100\mu\text{m}$ 、同じく管壁内面の最大表面粗さが $0.04\mu\text{m}$ 乃至 $10\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の伝熱管。

【請求項11】 前記溶接線にかかる溶接部の結晶粒径が、母材の結晶粒径の3倍以内であることを特徴とする請求項4に記載の伝熱管。

【請求項12】 少なくとも前記溶接線にかかる溶接部が、溶接後に母材の再結晶温度以上の温度で焼鈍処理されたものであることを特徴とする請求項4に記載の伝熱管。

【請求項13】 伝熱管の材質が、銅又は銅を主成分とする合金であることを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の伝熱管。

【請求項14】 塑性変形加工により帯状金属板の両側縁部を除く領域に複数の凹部を形成する工程と、該帯状金属板を円管状に折り曲げて両側縁部を突合せ、該突合せ部に押圧力をかけながら高周波溶接を施す工程を有する伝熱管の製造方法。

【請求項15】 前記高周波溶接によって前記突合せ部の管壁内面側と外面側に押し出された熔融金属部分を、切削工具によって切削除去する工程を付加したことを特徴とする請求項14に記載の伝熱管の製造方法。

【請求項16】 前記高周波溶接後に、伝熱管を母材の再結晶温度以上の温度で焼鈍処理する工程を付加したことを特徴とする請求項14又は15に記載の伝熱管の製造方法。

【請求項17】 前記凹部を形成する工程がプレス加工によるものであり、最大表面粗さが $0.08\mu\text{m}$ 乃至 $100\mu\text{m}$ の凸型と、最大表面粗さが $0.04\mu\text{m}$ 乃至 $10\mu\text{m}$ の凹型を組み合わせた金型によって加工することを特徴とする請求項14乃至16のいずれかに記載の伝熱管の製造方法。

【請求項18】 被吸収媒体の蒸気が導入される容器内に伝熱管を水平にかつ間隔をあけて多段に配設し、該伝熱管の上方から吸収液を流下させ、伝熱管表面に流下する吸収液に前記被吸収媒体の蒸気を吸収させるとともに、吸収反応により発生する熱を伝熱管内部に流通する冷却材と熱交換させる吸収器において、前記伝熱管が、管壁外面に塑性変形加工によって形成された複数の凹部を有し、かつ管壁の下面の一部に前記凹部が形成されていない平滑部を有し、該平滑部が管の軸方向に延在されてなるものであることを特徴とする吸収器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、流下液膜式の熱交換器等に用いられる伝熱管及びその製造方法にかかり、特に臭化リチウム水溶液などの腐食作用のある吸収溶液や冷媒を用いた吸収冷凍機等に好適な伝熱管及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】流下液膜式の熱交換器は吸収冷暖房機等の吸収器や蒸発器に多く利用されている。例えば、吸収器では、密閉容器内に伝熱管を水平にかつ多段に多数配置し、最上段の伝熱管から下段に向かって吸収溶液を順次流下させる一方、蒸発器より発生する冷媒蒸気を密閉容器に導入し、伝熱管の表面の吸収液に冷媒蒸気を吸収させるようにしている。そして、その吸収反応で発生する吸収熱を、伝熱管内に流通する冷却媒体によって冷却するようにしている。

【0003】このような流下液膜式の熱交換器に用いられる伝熱管としては、例えば、特開平5-340646号公報又は特開平1-134180号公報等に記載されているように、伝熱管の表面にフィン等を等ピッチで形成し、伝熱面積を増大して熱伝達向上を図るようにしたものが提案されている。しかし、このようなフィン形式の伝熱管の場合、フィンのピッチを細かくすると、フィン間に形成される流下液膜の厚みが厚くなってしまう場合がある。液膜の厚みが厚くなると、流下液膜の表面のみ

で起こる吸収現象により発生した吸収熱の熱移動が低下し、冷却能力が低下してしまうことになる。そこで、フィンのピッチを粗くし、フィン間に形成される液膜を薄くすることも提案されているが、一方でフィンの伝熱面積が減少することになり、流下液膜式の伝熱管に適用する場合には、期待されるほど吸収能力の増大を実現することが困難であるという問題がある。

【0004】このような問題とは別に、フィン式伝熱管の場合、フィンにより液膜が管軸方向に広がる作用が阻害されるという問題がある。そのため、流下液が多段に配設された伝熱管を流下する際、伝熱管の軸方向への液膜の広がりが悪くなり、伝熱管の下段に行けば行くほど液膜の均一性が悪くなり、液膜が存在しない箇所が生ずることになる。このように、伝熱管上に吸収溶液等の液膜が存在しない領域では吸収現象が起きないため、結果的には吸収現象促進のために形成したフィンが有効に働かないという問題が生ずる。

【0005】この点、特開平5-340646号公報に、伝熱管の液膜流下方向の下部のフィンの一部を切り取って、液膜の軸方向の広がりを向上させる方法が提案されている。しかし、フィン切削等の後工程が必要になるため、加工が困難であり、製造法及びコストなどから見て、実用的でないという問題がある。

【0006】一方、上述したフィン式の伝熱管に代えて、特開平6-25712号公報に記載されているように、伝熱管の管壁外面に塑性変形加工によって複数の窪みを形成し、かつその窪みの深さを窪みの径よりも小さくすることにより、熱伝達性能及び吸収性能を高めるようにしたものが提案されている。そして、これによれば、流下液膜の管軸方向の広がり均一になるとしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記特開平6-25712号公報に記載された窪み式の伝熱管は、加工が容易で、かつ流下液膜の管軸方向の広がり均一になるなど、流下液膜式の伝熱管に好適なものであるが、次に述べるような解決すべき課題がある。

【0008】すなわち、水冷の吸収器のように伝熱管の内部冷媒として水を用い、その水を屋外のクーリング塔等から循環するようにしているが、その冷却水に大小のゴミ、塵、埃、その他の異物等が含まれている場合が多い。一方、伝熱管の管壁に窪みなどを施した内面には、その窪みに対応する凸部が形成される。冷却水が流れている間は、それらの異物は流れに乗って移動しているが、冷却水が止まり、それらの異物が凸部と凸部の間の窪み部分に滞留して付着してしまうと、伝熱性能の低下や、腐食の可能性が高くなるなどの問題が生ずる。例えば、微細な線状の異物が管内面の特定部分に固定され、冷媒の流動に応じて繰り返し管の内面をたたくことになると、管の内面を覆っている耐食性の被膜が局部的に剥

離され、その面で集中的な腐食が起こるという問題点が出てくる。また、継目無管（シームレス管）ではなく、帯状板を円管状に折り曲げ、その突合せ部を溶接して管を形成する継目管（シーム管）の場合、TIG溶接などの通常の溶接によると、バリやスケールなどが溶接ライン近辺に残るため、さらに腐食の可能性が高くなる。

【0009】本発明は、熱伝達性能及び耐食性が高く、加工が容易な伝熱管及びその製造方法を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を次の手段により解決しようとするものである。基本的に、管壁外面に塑性変形加工によって形成された複数の凹部を有してなる伝熱管とする。これにより、特開平6-25712号公報に記載のように、熱伝達性能を高めることができ、かつ加工が容易である。そして、管壁の周面の一部に前記凹部が形成されていない平滑部を形成し、この平滑部を管の軸方向に延在させて設けたものとする。これによれば、その伝熱管を水平に配設した場合において、凹部が形成されていない平滑部を下側にして配置することにより、内部流体の通流を停止した時に異物が平滑部に沈着しても、内部流体を通流させることにより異物が排出される。その結果、異物の付着を抑制又は防止でき、耐食性を高めることができる。

【0011】ここで、管面の一部に平滑部を設けても、全面に凹部を設けたものに比べて伝熱性能及び吸収性能が低下するものではないことを説明する。流下液膜式の伝熱管を断面でみると、図3(A)に示すように、上方から流下される液10は、伝熱管1の上部外面から両側部の外面を伝って流下して下部外面に達し、ここから次の下段の伝熱管の上部に流下する。このとき、伝熱管1の下部外面から流れ落ちる液流の様子は、同図に示したように、重力、液の表面張力及び粘性等の液性状に応じて、ロート状の断面を有する液膜流11が形成される。このような厚みを有する液膜流11が形成され部分は、前述したように、液膜の熱伝達が阻害される。そのため、伝熱面積等を増加させる凹部が存在しても、伝熱性能の向上の寄与は小さい。また、この部分に凹部を形成しても、液膜の表面積は増加しないので、吸収性能も向上できない。このような知見に鑑み、本発明は、伝熱管下部の液流下膜による伝熱及び吸収作用と、冷却水中の異物の付着防止作用とを有機的に結び付け、管面の一部に平滑部を設け、本発明の課題を解決したのである。

【0012】ところで、管軸方向に延在する平滑部を形成しながら、管壁に複数の凹部を形成することは、転造法などによるシームレス管の場合は、コストなどを考慮すると実用的に困難である。すなわち、転造法は、凹部に対応した突起を有するロールを管外面に押し当てながら管を軸周りに回転し、かつ軸方向に送りながら管壁外面に凹部を形成するのである。このような転造方の場

合、加工に伴い伝熱管の周長が変化するから、ロールと伝熱管の平滑部に対応する相対的な位置関係が回転につれて移動してしまい、管軸方向に直線状の平滑部を形成することは困難である。

【0013】一方、管壁外周の全面に凹部を形成した伝熱管を、シーム管で形成しようとする、凹部のために突き合わせ溶接部が直線状にならないから、きれいで円滑な溶接線が得られないため、実用的でない。

【0014】この点、本発明の伝熱管は、管軸方向に平滑部を形成しているから、平滑部を利用して、電縫溶接等の溶接によりシーム管を容易に、かつ円滑に製作できるから、シーム管で形成するのが好ましい。この場合、溶接は、高周波溶接によることが、溶接線をバリなどのない更に円滑なものにでき、かつ溶接部の結晶粒径を小さくできるので耐食性を向上できるので好ましい。

【0015】上記の場合において、平滑部の周方向の幅は、2mm以上で、かつ円周角にして $120^\circ$ 以下の範囲であることが好ましい。2mm以上が好ましいのは、図3(B)に示すように、内部流体を停止した時に異物が沈殿する領域に凹凸が存在すると、凹部に沈殿した異物は内部流体の通流を再開しても排出されにくいこと、シーム溶接する場合には、凹凸加工していない平坦な突合せ部が必要なことからである。 $120^\circ$ 以下が好ましいのは、図3(A)で説明したように、流下液の粘性や表面張力によって液膜流11の厚みが決まってくるが、 $120^\circ$ を超えて平滑部を設けると、凹凸がないことによる熱伝達効果の減少割合が大きくなるからである。

【0016】管壁に形成する凹部は、窪み又は溝とすることができる。特に、窪み又は溝は、管軸方向と周方向に一定の規則性を持って連続的に配置することが好ましい。窪みの大きさに、大小の相違を持たせることができる。さらに、大径管の場合は、管外面の窪み又は溝の大きさ及び深さを大きくし、その凹面部に小さな窪み又は突起を形成することが、吸収効率を向上させ、かつ内部流体との熱交換効率を向上させる点で好ましい。

【0017】さらに、平滑部を除く管壁外面の最大表面粗さを $0.08\mu\text{m}$ 乃至 $100\mu\text{m}$ 、同じく管壁内面の最大表面粗さを $0.04\mu\text{m}$ 乃至 $10\mu\text{m}$ にすると、濡れ性を高めて、伝熱性能を向上させることができるので好ましい。最大表面粗さの上限は異物や残留物の付着を抑えて洗浄しやすくすることを基準とし、下限は製造性(例えば、潤滑性、加工性、送り性等)を考慮して設定することが好ましい。

【0018】シーム溶接部の結晶粒径は、母材の結晶粒径の3倍以内にすることが、耐食性を高める点で好ましい。さらに、少なくとも溶接後に母材の再結晶温度以上の温度で焼鈍処理することが、さらに耐食性を高める点で好ましい。

【0019】伝熱管の材質は、加工性、溶接性、耐食性などの点で、銅又は銅を主成分とする合金を用いること

が好ましい。

【0020】本発明の伝熱管は、塑性変形加工により帯状金属板の両側縁部を除く領域に複数の凹部を形成する工程と、該帯状金属板を円管状に折り曲げて両側縁部を突合せ、該突合せ部に押圧力をかけながら高周波溶接を施す工程を有する伝熱管の製造方法により、製造することが好ましい。

【0021】この場合、高周波溶接によって前記突合せ部の管壁内面側と外面側に押し出された熔融金属部分を、切削工具によって切削除去する工程を付加することが望ましい。また、高周波溶接後に、伝熱管を母材の再結晶温度以上の温度で焼鈍処理する工程を付加することが好ましい。また、濡れ性を改善した凹部を形成するには、最大表面粗さが $0.08\mu\text{m}$ 乃至 $100\mu\text{m}$ の凸型と、最大表面粗さが $0.04\mu\text{m}$ 乃至 $10\mu\text{m}$ の凹型を組み合わせた金型によってプレス加工することにより、実現できる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。図1は、本発明にかかる伝熱管を、吸収式冷暖房装置の吸収器の伝熱管として用いた場合の概念構成を示し、図2はその伝熱管の断面を示している。図1に示すように、伝熱管1は、被吸収媒体の蒸気が導入される容器内に水平にかつ間隔をあけて多段に配設して用いられ、伝熱管1の上方から吸収液10を流下させ、伝熱管1の表面を流下する吸収液に被吸収媒体の蒸気を吸収させるとともに、吸収反応により発生する熱を伝熱管内部に通流する冷却材15と熱交換させるものである。そして、図1、2に示すように、吸収液10が流下される部位の伝熱管外面には、塑性変形加工によって複数の窪み2が形成され、かつ管壁の下面に窪み2が形成されていない平滑部3を有し、平滑部3が管の軸方向に延在されている。吸収液10としては、例えば、臭化リチウム水溶液が用いられるまた、窪み2は、管軸方向、及び円周方向に一定の規則性を持って連続的に配置されている。そして、この窪み2を塑性変形加工により形成した場合、その窪み2に対応する管内面側の断面形状は、球面、円形又は滑らか閉曲面の凸部4が形成されている。この窪み2の形状としては、円錐台状、角錐状、等様々な形状を採用できる。また、点状の窪みに限らず、管軸方向あるいは螺旋方向に伸びる溝状の凹部でもよい。伝熱管1の材質は、加工性、溶接性、耐食性などの点で、銅あるいは銅を主成分とする合金が好ましい。

【0023】図1に示した伝熱管を用いた吸収器によれば、伝熱管1の外表面に窪み2を複数形成しているから、特開平6-25712号公報に記載のように、流下液の液膜を薄くかつ均一化でき、かつ軸方向の広がりをよくすることができる。その結果、下段の伝熱管1に流下するに従って流下液膜の管軸方向の幅が狭くなり、伝

熱管1の外表面に乾いた部分が生じて、吸収能力や熱交換能力が低下するという問題を解決して、熱伝達性能及び吸収性能を高めることができ、かつ加工が容易である。特に、窪み2が存在しない平滑部3を吸収液10の流下方向の下部に形成しているから、液膜が伝熱管1を離れる際に管軸方向に液膜が広がる効果が高い。

【0024】特に、伝熱管1が水平に配設される場合において、凹部が形成されていない平滑部3を下側にして配置しているから、内部流体である冷却材15の通流を停止した時に異物が平滑部3に沈着しても、冷却材15を通流させることによりその流れに乗って異物が排出される。その結果、異物の付着を抑制又は防止でき、耐食性を高めることができる。また、図3(A)を用いて前述したように、管面の一部に平滑部3を設けても、全面に窪み2を設けたものに比べて伝熱性能及び吸収性能が低下するものではない。

【0025】しかし、平滑部3の周方向の幅は、図3(B)に示すように、内部流体を停止した時に異物が沈殿する領域に凹凸が存在すると、凹部に沈殿した異物は内部流体の通流(例えば、流速2m/s程度)を再開しても排出されにくいこと、あるいはシーム溶接する場合は凹凸がない平坦な突合せ部が必要なことから、2mm以上であることが好ましい。また、平滑部3の周方向の幅の上限は、あまり大きいと、濡れ性向上のための凹凸がないことによる熱伝達効果及び吸収性能の減少割合が大きくなるから、円周角にして120°以下の範囲であることが好ましい。また、伝熱管1に窪み2の加工を施す場合、加工コストがかかると同時に、単位長さ当たりの重量が重くなるので、伝熱管のコストが高くなる。そこで、伝熱促進あるいは吸収促進効果の割合が小さい部分については、窪みなどを設けないことが、性能向上とコスト低減を総合的に考慮すると有利である。

【0026】また、管壁に形成する凹部は、窪み又は溝とすることができる。特に、窪み又は溝は、管軸方向と周方向に一定の規則性を持って連続的に配置することが好ましい。窪みの大きさに、大小の相違を持たせることができる。さらに、大径管の場合は、管外面の窪み又は溝の大きさ及び深さを大きくし、その凹面部に小さな窪み又は突起を形成することが、吸収効率を向上させ、かつ内部流体との熱交換効率を向上させる点で好ましい。

【0027】次に、本発明にかかる伝熱管の好ましい製造方法を、図4を用いて説明する。前述したように、軋造法などにより、管軸方向に延在する平滑部3を形成しながら、管壁に複数の窪み2を形成することは、コストなどを考慮すると実用的に困難である。そこで、平滑部3の存在を利用して、図4に示すプロセスにより、電縫溶接によるシーム管法により形成するのが好ましい。

【0028】まず、帯状の板材又は条の段階で、プレス加工あるいは圧延加工等の塑性変形加工により、所望の窪み又は溝を形成する。そして、窪み等の加工を施した

板条材21を窪み形成面を外側にして、溝加工したもののについては溝形成面を内側にして、図4に示す管形成部22に導き、複数のロール対を通して条の両側縁部を突き合わせて管状に成形する。次に、電縫溶接部23に導き高周波コイル24に高周波電流を流し、突合せ部を高周波溶接する。このとき、条の両側縁部の突き合わせ部に、突合せ方向の圧力をかけながら溶接をおこない、溶融部分を管の内外あるいは一方の面に押し出すことにより、条端部の汚れや付着物を溶接部から除去するとともに、溶接部近傍の金属組織を整える。その後、管の外面もしくは内面に押し出されて凝固したビードを、バイト等で削除した後、必要ならば絞り部26において、引き抜き加工により管成形を施す。さらに、必要に応じ、溶接線25近傍の腐食防止のため、溶接後、母材の再結晶温度以上の温度で焼鈍処理をおこなう。このとき、溶接部の結晶粒径が母材結晶粒径の3倍以内であると効果が高い。なお、結晶粒度の測定は、JIS H0501(1957年制定)に規定された比較法、切断法及び求積法が適用できるが、切断法によることが好ましい。

【0029】上述のように、突合せ溶接部の溶融組織を押し出しながら溶接することにより、図5に示すように、溶接部(矢印31)における金属の結晶構造の不均一を小さくすることができる。図5は高周波溶接により形成した伝熱管の溶接部分の断面写真であり、図6は比較のためTIG溶接により形成した伝熱管の溶接部分の断面写真を示す。図5に示す高周波溶接によると、溶接線ははっきりしていない。これは、溶融部分を管外に押し出して加工しているためであり、溶接線部は凝固組織ではなく母材組織に近いものとなり、結晶構造が溶接線近傍で変化していないことを示している。

【0030】これに対して、図6に示すTIG溶接の例では、溶融後凝固した組織がそのまま残るため、また溶接の影響により、断面形状を見ると溶接線(矢印32)近辺で、母材とは結晶の大きさが異なる組織が存在することが分かる。さらに、溶接によって酸化物やボイドなどの介在物が巻き込まれる可能性も高くなっている。

【0031】図7、8は、図5、6に対応する伝熱管を、55%の臭化リチウム水溶液に3週間浸漬処理した後、溶接部を破断して得られた断面写真である。図7は、高周波溶接のものであるが、溶接部分にはまったく変化が現れていない。これに対して図8のTIG溶接のものは、写真右側の溶接部分で腐食が始まっていることが認められた。図9、10は、同様に図5、6に対応する伝熱管を、10%の塩酸に3日間浸漬した結果を示す。臭化リチウム水溶液の場合と同様に、高周波溶接(図9)と比較すると、TIG溶接(図10)の腐食が始まっていると認められる。したがって、伝熱管を腐食性のある冷媒や吸収溶液を使用する環境で使用する場合は、TIG溶接ではなく、高周波溶接を利用すると、耐食性を高めることができる。

【0032】ここで、突合せ溶接時の押出し量について検討すると、溶接前の管の周長に対する溶接後の管の周長の減少量が、2～10mmの範囲に抑えるように設定することが好ましい。つまり、周囲長の減少量が2mm未満の場合は、溶融組織の影響が溶接部に残りやすく、また結晶粒の粗大化が起りやすくなる。一方、10mmを超えると、伝熱管の寸法精度に影響を与え、かつ溶接部近傍の残留歪が大きくなり、耐食性等に悪影響を及ぼすことになる。

【0033】さらに、防食性能を高めるためには、溶接部の結晶粒径が母材結晶粒径の3倍以内とするか、溶接後、母材の再結晶温度以上の温度で焼鈍処理することが望ましい。

【0034】上述したように、図4に示した製造法によれば、シームレス管成形後に転造法により窪み等を加工することに比べて、技術的にも経済的にも有利な方法である。特に、プレスの金型あるいは上下ロールの適切な設計により、板条材の上面および下面に対応する窪み構造を付与することができる。

【0035】また、窪みの無い平滑部に溶接線4を持つてくることにより、溶接線で起こる液膜の不均一流下をなくすることができる。しかも、この溶接線4を高周波溶接で形成することにより、液膜の不均一流下の原因となりやすいバリ等を減少させることができる。このとき、溶接時に条の両端短部を突き合わせ、圧力をかけながら溶接部分を管の内外あるいは一方の面に押し出すことにより、溶接部における金属の結晶構造を適正化して、耐食性を高めることができる。

【0036】次に、本発明にかかる伝熱管の窪み2についての变形例を図11～19に示す。伝熱管1の内外表面の濡れ性をよくするために、図11～14に示すように、外面及び窪み2の最大表面粗さを、0.08 $\mu$ mから100 $\mu$ mにすることが好ましい。また、内面の最大表面粗さを、0.04 $\mu$ mから10 $\mu$ mにすることが好ましい。このような粗さは、最大表面粗さが0.08 $\mu$ mから100 $\mu$ mの凸型と、最大表面粗さが0.04 $\mu$ mから10 $\mu$ mの凹型を組み合わせた金型により、プレス成形することにより形成できる。このような加工を容易にするために、伝熱管1の材質は、銅あるいは銅を主成分とする合金であることが望ましい。

【0037】伝熱管の口径が大きい場合は、ある程度、内面側の突起を大きくしないと内部の伝熱性能の向上効果は得られない。つまり、伝熱管1の外表面についてみると、流下する液膜の厚みは10分の数mmであり、窪みの深さは1～2mm程度で十分な伝熱性能の向上が得られ、その深さは管の口径に関係しない。しかし、伝熱管1の内側についてみると、冷却水が断面の全域にわたって流れており、伝熱性能を上げる最適な凸状部の高さは、管の口径によって変わってくる。例えば、その凸状部の高さは管径の数十分の1から数分の1で伝熱性能を

上げる効果が高いとされているから、管径に応じて内面の凸状部の高さを大きくする必要がある。

【0038】そこで、図15～18に示すように、伝熱管1の表面に大きな窪み35を形成し、その内部に小さな窪み36、37を形成したり、あるいは小さな突起38、39形成することが好ましい。または、図19に示すように、大きな窪み40と小さな窪み16を隣接させて形成することも有効である。

【0039】上記においては、本発明にかかる伝熱管を吸収器に適用したものを例に説明したが、本発明の伝熱管は、これに限らず、流下液膜式熱交換器の伝熱管に適用して同一の効果を得ることができる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、流下液膜方式に好適で、熱伝達性能及び吸収性能が高く、かつ耐食性が高く、加工が容易な伝熱管を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる伝熱管の一例を吸収器に適用した場合の概念構成を示す図である。

【図2】図1に示した伝熱管の断面図である。

【図3】本発明にかかる伝熱管の作用などを説明するための断面図である。

【図4】本発明にかかる伝熱管の製造装置の一例を示す図である。

【図5】高周波溶接により溶接した溶接部の金属組織を表す写真である。

【図6】TIG溶接により溶接した溶接部の金属組織を表す写真である。

【図7】高周波溶接により溶接して形成した伝熱管を5%の臭化リチウム水溶液に3週間浸漬処理した後の溶接部の金属組織を表す写真である。

【図8】TIG溶接により溶接して形成した伝熱管を5%の臭化リチウム水溶液に3週間浸漬処理した後の溶接部の金属組織を表す写真である。

【図9】高周波溶接により溶接して形成した伝熱管を10%の塩酸に3週間浸漬処理した後の溶接部の金属組織を表す写真である。

【図10】TIG溶接により溶接して形成した伝熱管を10%の塩酸に3週間浸漬処理した後の溶接部の金属組織を表す写真である。

【図11】伝熱管の窪みを含む内面及び外面を粗した例を示す拡大断面図である。

【図12】伝熱管の窪みを含む内面及び外面を粗した例を示す拡大断面図である。

【図13】伝熱管の窪みを含む内面及び外面を粗した例を示す拡大断面図である。

【図14】伝熱管の窪みを含む内面及び外面を粗した例を示す拡大断面図である。

【図15】伝熱管の窪みの内外面に小さな窪みを形成し

た例を示す拡大断面図である。

【図16】伝熱管の窪みの内外面に小さな突起を形成した例を示す拡大断面図である。

【図17】伝熱管の窪みの外面に小さな窪みを形成した例を示す拡大断面図である。

【図18】伝熱管の窪みの外面に小さな突起を形成した例を示す拡大断面図である。

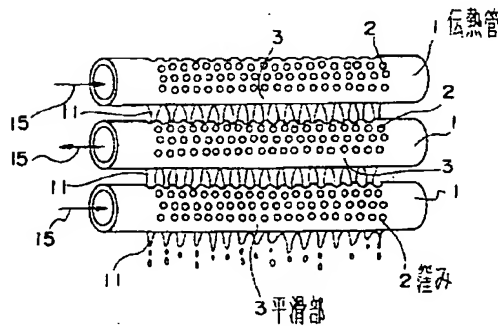
【図19】伝熱管の外面に大きさが異なる窪みを複数形成した例を示す拡大断面図である。

【符号の説明】

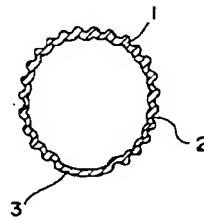
- 1 伝熱管
- 2 窪み
- 3 平滑部

- 4 凸状部
- 10 吸収液
- 11 流下液膜
- 21 板条材
- 22 管形成部
- 23 電縫溶接部
- 24 高周波コイル
- 25 溶接線
- 26 絞り部
- 31、32 溶接線
- 35、40、41 窪み
- 36、37 小さな窪み
- 33、38、39 突起

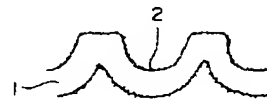
【図1】



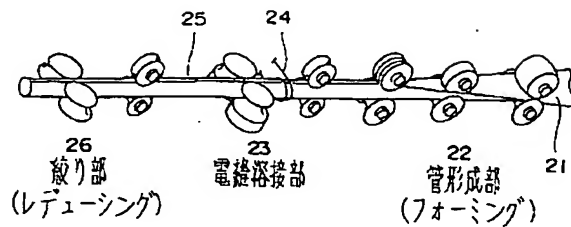
【図2】



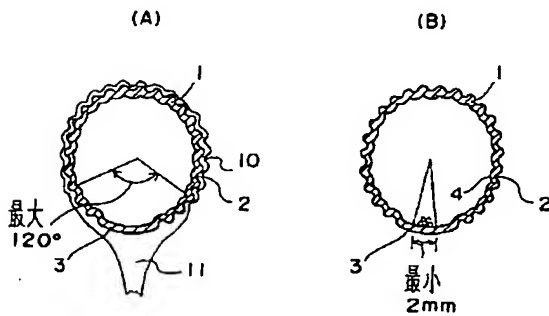
【図11】



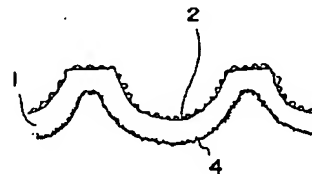
【図4】



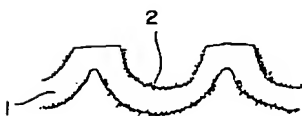
【図3】



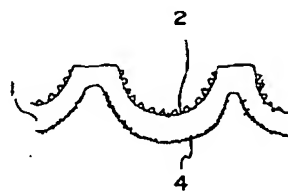
【図14】



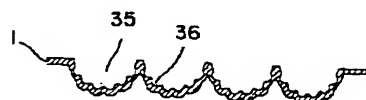
【図12】



【図13】

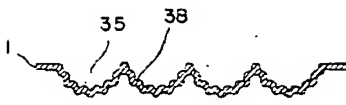


【図15】

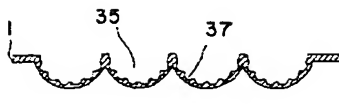




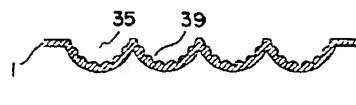
【図16】



【図17】



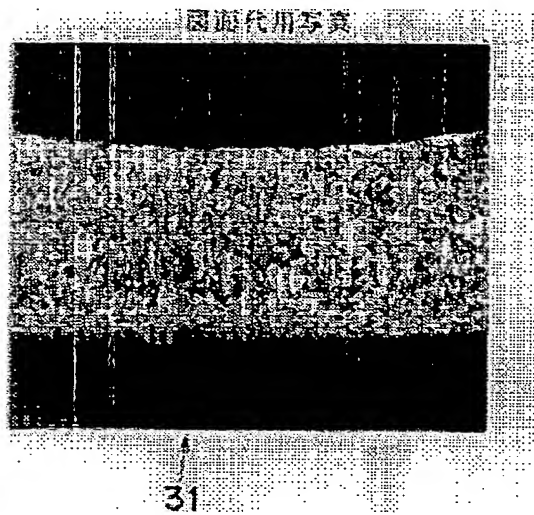
【図18】



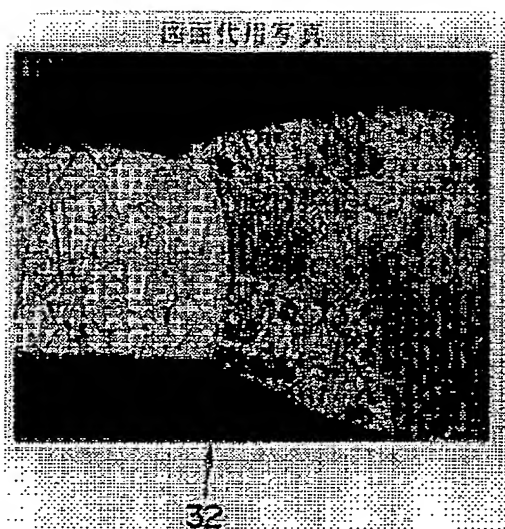
【図19】



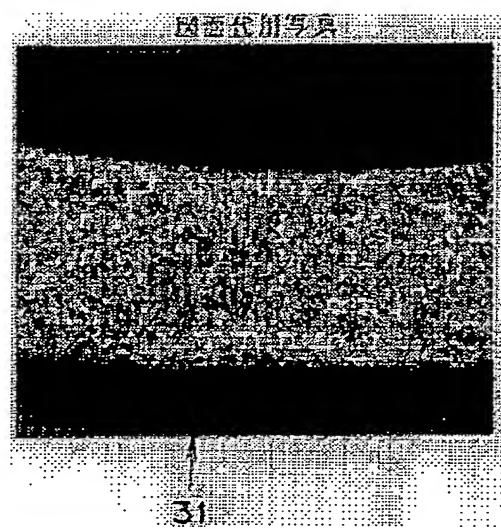
【図5】



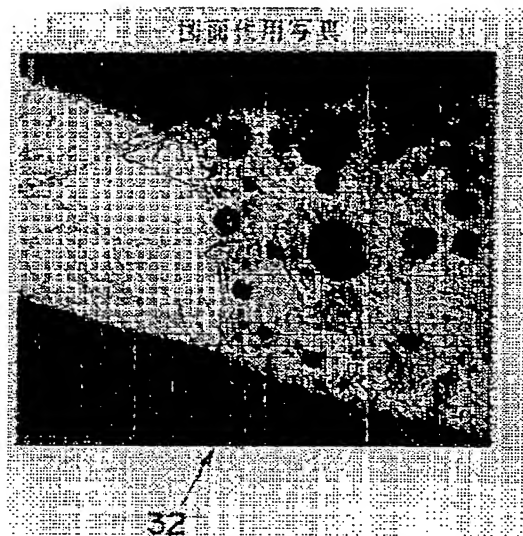
【図6】



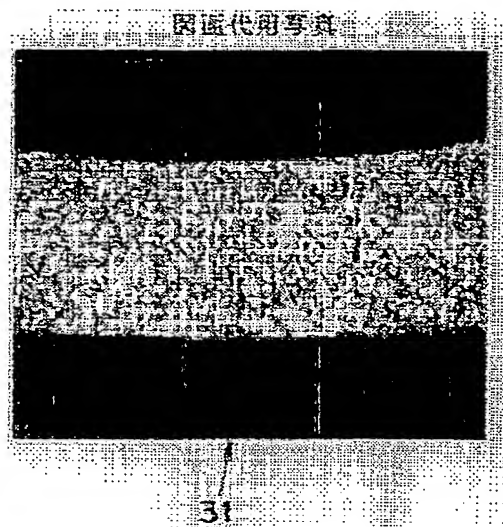
【図7】



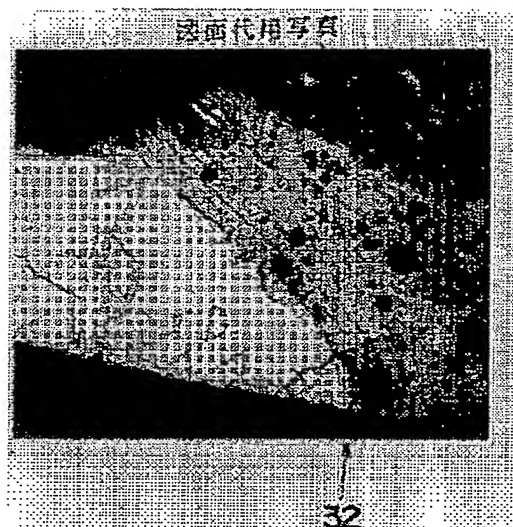
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 相沢 道彦  
茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日  
立製作所土浦工場内  
(72)発明者 三宅 聡  
茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日  
立製作所土浦工場内

(72)発明者 鈴木 竹四  
福島県会津若松市扇町128-7 三菱伸銅  
株式会社内  
(72)発明者 高橋 正美  
福島県会津若松市扇町128-7 三菱伸銅  
株式会社内  
(72)発明者 斉藤 好次  
東京都中央区銀座1-6-2 三菱伸銅株  
式会社内

BEST AVAILABLE COPY